Die freie Knochenverpflanzung im Dienste der Kieferchirurgie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Henrik Helliesen
aus Stavanger (Norwegen)

Tag der Promotion: 2. August 1927.

Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Arndt

Referenten: Prof. Dr. Axhausen
Prof. Dr. Hildebrand.

I.

In den letzten Jahren ist die freie Knochenverpflanzung im Dienste der Kieferchirurgie vielfach zur Verwendung bei Kriegsletzungen, Pseudarthrosen, Defekten, entstanden durch entzündliche Vorgänge, und bei Tumoren gekommen.

Die Idee des Verfahrens ist bei Knochendefekten, wenn eine spontane Heilung nicht möglich ist, das fehlende Stück durch Einheilung eines frei überpflanzten Knochenstücks zu ersetzen, um dadurch eine restitutio ad integrum zu erziehlen.

Das Knochenstück für die freie Verpflanzung kann man auf verschiedene Weise gewinnen; durch Autoplastik aus dem zu behandelnden Individuum, durch Homoplastik aus einem artgleichen oder aber durch Heteroplastik aus einem artfremden. Für die Knochenhomoplastik am Menschen stehen amputierte Glieder gelegentlich zur Verfügung; auch frischer Leichenknochen ist als Transplantat versucht worden.

Der erste, der durch seine experimentellen Tierversuche und klinischen Erfahrungen über den Wert und Unwert der verschiedenen für die freie Knochenverpflanzung zur Verfügung stehenden Materialien Aufschluß gab, war Ollier. Er setzte die Autoplastik an erste Stelle. Die Homoplastik sei auch verwendbar. Die Heteroplastik lehnte er dagegen vollständig ab. Seine Forderung war ein artgleiches periostgedecktes Transplantat.

Die Bedeutung des Transplantatperiostes sah er in dem Schicksal des periostlosen Knochentransplantates, das entweder durch Bindegewebe eingekapselt oder durch die einwachsenden Gefäße resorbiert wurde, während das periostgedeckte lebend einheilen könnte.

Daß das Transplantat wirklich lebend einheilte glaubte Ollier erstens in dessen Dickenwachstum, zweitens in der Gefäßversorgung desselben bei gleichzeitiger knöcherner Einheilung zu sehen.

Im Gegensatz zu Ollier kam Barth auf Grund seiner experimentellen und histologischen Untersuchungen zu der Ueberzeugung, daß das überpflanzte Knochenstück in jedem Falle, auch bei Verwendung autoplastischen periostgedeckten Materials absterbe; der tote Knochen werde aber von den osteogenetischen Kräften des Lagers umgebaut, d. h. anstelle der alten nekrotischen Knochensubstanz trete eine neue.

Er machte meist subperiostale Verpflanzungen, führte jedoch bei periostlosen Defekten auch einige mit periost-gedeckten Knochenstücken aus. Barth glaubte aber immer festzustellen, daß das Periost ebenso absterbe wie das übrige Transplantat. Er bestritt deshalb die von Ollier behauptete Bedeutung des Periosts und setzte den Wert der Auto-, Homo- und Heteroplastik gleich. Man könnte ebenso gut einen toten mazerierten Knochen als Transplnatat benutzen, da es lediglich eine Funktion als osteokonduktive Matrize für den knöchernen Umbau habe, der allein von den osteogenen Zellen des Lagers ausgehe.

Um über die sich widersprechenden Erfahrungen Olliers und Barths Aufschluß zu geben, unternahm Axhausen Versuche sowohl am Tierkörper wie am Menschen mit freien Knochenverpflanzungen.

Er bestätigte zunächst Barths Beobachtung von der Nekrose des Transplantatknochens und dem lebenden Umbau desselben, aber auch die Erfahrung Olliers von der Bedeutung des Periostes. Es nimmt mit den osteogenen Zellen des Lagers zusammen an dem knöchernen Umbau des Transplantatknochens teil.

Axhausen bestätigte weiter die Richtigkeit der Olllerschen Forderung von einem artgleichen Transplantat, denn nur dessen Periostkambiumzellen seien imstande, Anschluß an die Ernährung im Lager zu finden und am Leben zu bleiben.

Die Ueberlegenheit des artgleichen periostgedeckten Transplantates für eine freie Knochenverpflanzung gilt danach für erwiesen.

Wir wollen nun die Einheilungsvorgänge des frei verpflanzten Knochenstückes verfolgen:

Die Aenderungen in den Lebensbedingungen des Transplantates sind vor allem die Unterbrechung der geordneten Blut- und Lymphversorgung, die Ausschaltung der bisherigen funktionellen

Beanspruchung und die Schädigung durch die Operation. Die Zellen des Transplantates bleiben eine kürzere oder längere Zeit am Leben, nur diejenigen aber können auch nach der Verpflanzung weiterleben, die innerhalb einer gewissen Zeit imstande sind, den abgebrochenen Stoffwechsel wieder aufzunehmen.

Das Knochenstück stellt immer im gewissen Sinne, gegenüber dem Lagergewebe einen Fremdkörper dar, bis zu welchem Grade hängt von seinen Eigenschaften ab. Temperaturunterschiede und besonders ungleiche biochemische Verhältnisse zwischen Knochenstück und Lager machen sich ungünstig geltend. Besteht beim Wirt oder Spender eine allgemeine Krankheit, können sich auch immunisatorische Vorgänge nach der Verpflanzung einstellen. Je geringer die genannten Unterschiede zwischen Transplantat und Lagergewebe sind, desto milder ist die entzündliche Reaktion, die nach der Verpflanzung besteht.

Axhausen hat sie an Ratten untersucht und beschrieben; periostbedeckte Femurstücke wurden homoplastisch in die Rückenmuskulatur eingepflanzt. Schon am ersten Tage traten entzündliche Veränderungen ein. Die Gefäße waren stark gefüllt und von Leukozyten und roten Blutkörperchen umgeben. Die Zellen des Lagers waren auseinandergedrängt, ein Zeichen für reichliche Gewebsflüssigkeit. Sie schieben sich auch in die Außenschicht des Transplantatperiostes ein, dadurch gelangt auch die Gewebsflüssigkeit hinein, wodurch das Leben der Kambiumzellen erhalten wird. Ebenso bleiben auf der Markseite die Zellen am Leben, welche in unmittelbarer Berührung mit dem Lagergewebe stehen. In den nächsten Tagen bildet sich in den vorher von Oedem und ausgewanderten Zellen durchsetzten Gewebsspalten ein zartes Keimgewebe, welches bis zur Wucherungsschicht des Periosts auf der einen, in das Markgewebe auf der anderen Seite vorwächst und mit seinen Gefäßen die zur Wucherung nötige Ernährung besorgt. Schon am 5. Tage beginnt nach Axhaussens Beobachtungen in Rattenversuchen die Bildung von ostoidem Gewebe aus den Osteoblasten des Transplantates.

Ueber die histologischen Vorgänge bei dem knöchernen Umbau des nekrotischen Transplantatknochens herrschen verschiedene Ansichten.

Barth, der den Umbau zuerst beschrieb, meinte, daß dieser direkt erfolgt. Er sowohl wie Marchand konnten keine Resorption durch Osteoklasten beobachten. Das junge Knochengewebe senkt sich zapfenförmig in das alte hinein.

Barth beschrieb die Riesenzellen, die sich am Uebergang zwischen altem und neuem Knochen befinden. Sie gehen mit ihrem Protoplasma oft ohne schärfere Grenzen in das osteoide Gewebe über. Ihre Kerne sind denen der Osteoblasten ähnlich sowohl in der Form (eckig) wie in der Farbe (dunkel). Diese Riesenzellen sind daher von den gewöhnlichen Resorptionsriesenzellen verschieden, stellen eine Kombination von Osteoblasten und Osteoklasten dar.

Axhausen dagegen glaubte nach seinen Untersuchungen feststellen zu müssen, daß ein direkter Umbau („schleichender Ersatz") nicht stattfindet, sondern daß erst eine lakunäre Resorption der toten Knochensubstanz durch die Osteoklasten eintritt, worauf der knöcherne Aufbau durch die osteogenen Zellen folgt. Dieser Prozeß findet sowohl an der Oberfläche des Transplantates wie in den Haversschen Kanälen statt. — Nun meint Lexer bei seinen Untersuchungen von frei verpflanzten Knochenstücken beobachtet zu haben, daß beide Ossifikationsvorgänge bei dem Umbau vorkommen, sowohl der direkte Umbau (Barth) wie der durch Resorption und Apposition (Axhausen). Bald herrscht die eine Form, bald die andere vor. Nach seiner Ansicht hängen die verschiedenen Vorgänge von den Verhältnissen im Transplantationslager ab. Solange das Keimgewebe in und um den nekrotischen Knochen wächst ohne auf osteogene Zellen zu stoßen, tritt eine Resorption ein. Erst wenn es in Berührung mit Osteoblasten kommt, kann eine Knochenneubildung eintreten. Die Resorption kann so kräftig sein, daß die Knochensubstanz vollständig maschig wird (röntgenologisch feststellbar), worauf die osteogenen Zellen in Wirksamkeit treten und die Apposition der neuen Knochensubstanz erfolgt. Danach kann ein weiterer direkter Umbau des noch übrig gebliebenen alten Knochens stattfinden. Je rascher die osteogenen Transplantatzellen ernährt werden, desto weniger Umfang nimmt die Resorption ein, indem die knochenbildende Wirksamkeit vorherrscht. Dabei tritt der direkte Umbau in den Vordergrund.

Wo aber die osteogenetischen Kräfte sowohl des Lagers wie die des Transplantates schwache sind und dazu noch Ernährungsstörungen eintreten, z. B. durch Eiterung, herrscht der Umbau durch Resorption und Apposition vor.

Die Lexersche Beobachtung von den Ossifikationsvorgängen wurde von Frangenheim bestätigt.

Werden bei der Einheilung des Transplantates die Kambiumzellen zerstört, z. B. durch Ernährungsschwierigkeiten, kann erst die Knochenneubildung stattfinden, wenn sie aus den Nachbarzellen regeneriert sind. Dies erfolgt im jugendlichen Alter, wo die osteogenen Zellen einem ständigen Wachstumsreiz ausgesetzt sind, schnell. Im erwachsenen Alter ist der Wachstumsreiz fortgefallen, aber die Reaktionsfähigkeit auf einen Reiz ist geblieben und die Regeneration tritt auch hier ein, doch viel später als im ersteren Falle. Deswegen sind die Bedingungen für die freie Knochenverpflanzung im jugendliche Alter günstiger als im erwachsenen.

Nachdem das Transplantat fest eingeheilt ist, macht die funktionelle Beanspruchung (funktioneller Reiz) sich in der Weise geltend, daß das Ersatzknochenstück nach und nach dem verlorengegangenen sowohl in der Form wie im histologischen Aufbau nahezu gleichwertig wird.

Im Gegensatz zu der eben geschilderten lebenden Einheilung steht die tote Einheilung des Knochentransplantates bei der freien Verpflanzung. Die Ursache für dieses Schicksal kann verschieden sein. In einem periostlosen Defekt wird ein eingepflanzter toter Knochen entweder resorbiert oder unter Eiterung ausgestoßen, oder aber durch Bindegewebe eingekapselt. Im letzteren Falle hat man die tote Einheilung.

Ist das verpflanzte Knochenstück ein artgleiches, so können Ernährungsstörungen (z. B. durch Blutergüsse) bewirken, daß es bindegewebig eingekapselt wird, d. h. tot einheilt. Hat man das Transplantat heteroplastisch gewonnen, kann es nach der Verpflanzung nie Anschluß an die Ernährung finden (wegen biochemischer Differenzen), sodaß es entweder resorbiert wird oder tot einheilt.

Diese sogenannte tote Einheilung des Transplantates kann in Verbindung mit der von den Defektstümpfen ausgehenden

Callusbildung die Kontinuitätsunterbrechung gut schließen und der klinische Erfolg dabei beinahe dem der lebenden Einheilung gleichkommen, — vorausgesetzt, daß die funktionellen Ansprüche nicht so groß sind. Allerdings kann später nach einer toten Einheilung eine Resorption des Transplantates eintreten. Das Ziel der freien Knochenverpflanzung und der volle Erfolg derselben bedeutet jedenfalls allein die lebende Einheilung.

Das Problem der freien Knochenverpflanzung ist nach dem Weltkriege von Forschern und Klinikern vielfach wieder aufgenommen worden, um die Streitfrage derselben endgültig zu klären. Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen sowohl auf dem experimentellen wie auf dem klinischen Gebiet bestätigen im großen und ganzen die früher gemachten Erfahrungen.

So hat Ely viele Versuche vorgenommen und seine Beobachtungen stimmen mit denen Axhausens überein.

Lazzarini hat seine Versuche am Stirnbein des Kaninchens gemacht. Seine histologische Beobachtung über die ersten Vorgänge nach der Verpflanzung bestätigt die Axhausens. Er hält die Bedeutung des Transplantatperiostes für erwiesen, doch konnte er eine knochenbildende Tätigkeit des Markes nicht feststellen.

Wjereszinski hat zahlreiche Versuche am Kaninchen unternommen. Periostgedeckte Knochensplitter wurden in Weichteile verpflanzt. Schon vom 4. Tage an bemerkte er Knochenneubildungen. Das neugebildete Knochengewebe entsprach vollständig dem bei der embryonalen Knochenbildung. Das Periost blieb am Leben. Nach 17 Tagen bot der Knochen deutliche Verschiedenheiten dar. Im ersten Bezirk spongiöse Knochen, im zweiten mehr kompakter mit geschichteten Knochenlamellen. Wjereszinski ist der Ansicht, daß nicht das Transplantatperiost, wenn es auch tätig ist, die Neubildung in vivo liefert, sondern zum größten Teil wird der neugebildete Knochen vom Granulationsgewebe des Wirts produziert. Er behauptet also im Gegensatz zu Lexer, der sich auf die negativen Ergebnisse der Versuche von Rohde stützt, daß eine Metaplasie des Lagerbindegewebes stattfindet. Wjereszinski meinte die Versuche Rohdes können seine Beobachtungen nicht widerlegen, da sie mit totem Knochen ausgeführt worden sind. Die Wirkung

des toten Knochens auf das umgebende Lager können nicht mit den natürlichen Bedingungen der Pathologie identifiziert werden.

Auch Hoffmann kommt zu dem Ergebnis, daß das wuchernde Bindegewebe knochenbildend wirkt. „Wenn es (das Granulationsgewebe) in das Transplantat eindringt und unter bestimmten Bedingungen Knochen erzeugen kann, wenn schließlich die Osteoblasten aus Gefäßwandzellen stammen, muß man mangels eines direkten Gegenbeweises zu dem Schluß kommen, daß das eindringende Granulationsgewebe nicht nur an der Resorptionsarbeit beschäftigt, sondern im Transplantat auch aktiv an der Knochenneubildung beteiligt ist."

Von Interesse sind die Beobachtungen von Wjereszinski bei Knochen- und Periostkulturen in vitro (44 Kulturen). Es erwies sich, daß der explantierte Knochen immer zugrunde ging. Knochenregeneration wurde nicht beobachtet, die Periostzellen dagegen bleiben am Leben und vermehren sich, was auch Hoffmann in seinen histologischen Untersuchungen bei freien Knochenverpflanzungen fand. Allerdigs können nach seiner Meinung von den Knochenzellen des Transplantates einige unter günstigen Ernährungsverhältnissen nach der Verpflanzung weiter leben, eine Bestätigung der früheren Beobachtungen von Axhausen und Partsch.

Auf Grund seiner Versuche bestätigt Hoffmann die Beobachtung Axhausens, daß die Zerfallsprodukte des nekrotischen Transplantatknochens das Moment darstellen, das die lebenden Zellen der Nachbarschaft zur Regeneration anspornt.

Bertini hat Versuche zur Untersuchung der Vaskularisation des Transplantatknochens unternommen. Am Kaninchen wurden Fibuladefekte der einen Seite mit Stücken aus der anderen Fibula ersetzt, dann beim lebenden Tier in die Aorta chinesische Tusche injiziert, die Tiere nach verschiedenen Zeiten getötet, nachdem vorher verschiedene Röntgenaufnahmen gemacht waren. Die mikroskopische Untersuchung führt zu folgendem Ergebnis: Die Vaskularisation beginnt schon am 5. Tage von der Peripherie her; an den beiden Enden tritt sie erst am 10.—15. Tage auf, in größerer Ausdehnung erst am 25. Tage. Die Vaskularisation beschränkt sich anfangs auf die Peripherie, erst viel später erreicht sie das Knochenmark. Dieses wird in erster Linie von den

Enden her vaskularisiert. Ueber die Vitalität des Transplantates waren wegen der Kürze der gebrauchten Zeiten keine Angaben möglich, nach 3 Monaten fanden sich noch zahlreiche normale Knochenzellen.

Imbert machte eine größere Reihe von Untersuchungen, die den Zweck verfolgten aufzuklären, worin die Differenzen zwischen experimentellen Knochenverpflanzungen und den beim Menschen gewonnenen Erfahrungen liegen. Die Experimente wurden an Hunden gewonnen, bieten aber im großen und ganzen nichts neues.

Bogoraz empfiehlt die Knochenlücke mit aus der Nachbarschaft gewonnenen kleinen Knochenstücken zu schließen. Die Stücke werden dicht aneinandergelegt, eventuell auf ein Drahtstück montiert. Er hat mit dieser Methode klinische Erfolge zu verzeichnen.

Mit der reinen spongiösen Knochensubstanz hat Baron gute klinische Erfahrungen gemacht und empfiehlt sie besonders bei schwierigen Pseudarthrosen zu verwenden. Durch die Wabenstruktur der Spongiosa bietet diese im Vergleich zur Corticalis eine den Gewebsflüssigkeiten gut zugängliche große Fläche, eine Eigenschaft, die auch das leichte Einwachsen und Einwandern der wirksamen Elemente wie z. B. Gefäße, Osteoklasten und -blasten ermöglicht.

Die Versuche Troells mit freien Knochenverpflanzungen an Katzen ergaben auch im großen und ganzen dieselben Resultate, die auch Axhausen bei seinen Tierversuchen hatte.

Eine Reihe von Experimenten an Hunden hat Willich vorgenommen, um zu der Frage Stellung zu nehmen, welche Rolle dem Mark für die Regeneration eines verpflanzten Knochenstückes zugeteilt ist. Die Ergebnisse seiner Versuche haben erneut bewiesen, daß bei der freien Knochenverpflanzung die Mitnahme von Periost, Endost und Mark für die Einheilung des Transplantates von ausschlaggebender Bedeutung ist. Eine Ueberlegenheit des Periostes gegenüber dem Endost und Mark konnte Willich im Gegensatz zu Lazzarini in der Frage der Fähigkeit, den Transplantatknochen zu regenerieren, nach dem Ausfall seiner Versuche nicht anerkennen.

II.

Die Kiefer, besonders der Unterkiefer, sind für die Nahrungsaufnahme, die Sprache und das Aussehen des Menschen von wesentlicher Bedeutung. Es ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, die Kieferschädigungen bestmöglichst zu beseitigen. Wir wollen die verschiedenen Wiederherstellungsmöglichkeiten betrachten.

Bei kleineren Defekten ist Alloplastik versucht worden. Ein Ersatzstück aus Gold, Silber oder Elfenbein wurde in den Defekt eingeführt, um die Kontinuitätsunterbrechung zu schließen. Meistens wurde das Ersatzstück als Fremdkörper nach kurzer oder langer Zeit ausgestoßen. Selten trat ein dauernder Erfolg ein. In dem Falle wurde das Ersatzstück vollständig von neugebildeter Knochensubstanz umschlossen. Die Elfenbeinimplantate nach König-Roloff haben angeblich die besten Resultate gezeitigt. Die Alloplastik war aber eine sehr unsichere Sache.

Handelte es sich um größere Defekte im Unterkieferknochen, so mußte man sich mit Prothesen behelfen. Durch diese sind sehr beachtenswerte Erfolge erreicht worden und den Patienten wurde den Umständen nach gut geholfen. Doch erst die Einführung der freien Knochenverpflanzung in der Chirurgie hat eine restitutio ad integrum des schwergeschädigten Kieferknochens möglich gemacht.

Sykoff verwandte zum ersten Male die freie Knochenverpflanzung im Dienste der Kieferchirurgie im Jahre 1900. Es handelte sich um einen Kinndefekt durch Noma entstanden. Der Weichteildefekt war schon vier Jahre vorher durch Plastik gedeckt worden. Sykoff verpflanzte ein periostgedecktes autoplastisches Mandibulastück. Der Erfolg war ein guter.

Barths Ansichten über die freie Knochenverpflanzung wirkte eine Zeitlang lähmend auf die klinische Verwendung derselben und erst Lexer unternahm im Jahre 1907 wieder freie Ver-

pflanzungen zur Deckung der Unterkieferknochendefekte und zwar erfolgreich. Er hatte wegen Karzinom eine Kieferresektion gemacht und das fehlende Stück durch ein ausgekochtes mazeriertes Kieferstück aus der Leiche ersetzt. Es kam auch zur toten Ein-Einheilung. Ein Rezidiv des Karzinoms trat aber ein.

In demselben Jahre führte er weiter eine homoplastische Verpflanzung eines 8 cm langen periostgedeckten Tibiastückes (von einem amputierten Bein) nach Resektion des Unterkiefers wegen Sarkom aus, worauf eine feste dauernde Einheilung eintrat.

Lexer deckte weiter einen ca. 10 cm langen Unterkieferknochendefekt nach Resektion infolge eines Adamantinoms durch ein autoplastisches Rippentransplantat, wobei eine vollständige Festigung zustande kam.

Sykoff (1900) und Garrê (1907) hatten schon die Rippe als Ersatz bei Unterkieferdefekten zur Verwendung vorgeschlagen.

In den folgenden Jahren sind einzelne gelungene Fälle von Payr, Heller, Tillmann, v. Hacker, Enderlen, Schmieden und Göbel zu verzeichnen.

Göbel berichtet über einen Ersatz des Unterkieferknochens durch freie Knochenverpflanzung an einem 19-jährigen Manne. Im Alter von 4 Jahren war das mediale Unterkieferknochenstück wegen Sarkom entfernt worden. Der Patient erhielt danach eine zahnärztliche Prothese. Im Jahre 1911 wurde ein 16 cm langes Stück der 10. Rippe in den Unterkiefer verpflanzt und mit den Kieferstümpfen verbunden. Die Kieferstümpfe, die stark nach innen neigten, wurden gerichtet, treppenförmig angefrischt und die Enden des geknickten Rippentransplantates entsprechend geformt. Sowohl in den Kieferstümpfen wie im Transplantat wurden Bohrlöcher angebracht und die Fixierung durch Catgut besorgt. Die Einheilung verlief glatt, der Patient wurde mit geheilten Weichteilwunden 14 Tage nach der Operation entlassen. Eine äußere Fixierung des Kiefers ist in diesem Falle nicht beschrieben worden. Der Erfolg war aber ein dauernder und der Patient wurde auf der Naturforscherversammlung in Münster 1912 vorgestellt.

Göbel berichtet weiter über einen Versuch an einem 2-jährigen Mädchen, den Unterkieferknochen bei kongenitaler Mikrognatie durch ein autoplastisches Rippenstück zu ersetzen. Der Versuch mißlang, was Göbel einer gerade hinzukommenden

Scharlachinfektion zuschrieb. Er stellte übrigens die Transplantationsfähigkeit eines Tibiastückes der eines Rippenstückes höher; denn die Kallusbildung bei einem Bruch der Rippen ist gering, ebenso die Regenerationsfähigkeit des Rippenperiostes.

Waren bisher die Resektionen der Geschwülste wegen die Ursache für die meisten freien Knochenverpflanzungen, so traten im Weltkriege in den kriegsführenden Ländern die Schußverletzungen in den Vordergrund. Es gab ein ungeheures Material und Speziallazarette für Kieferverletzte wurden errichtet. Im Gegensatz zu den Praktiken in den früheren Kriegen, besonders des russisch-japanischen, wurden ernährungsfähige Knochensplitter in der Wunde gelassen. Die Kieferfragmente wurden bestmöglichst durch zahnärztliche Maßnahmen fixiert und dann ging meist eine lebhafte Knochenregeneration von den Knochenstümpfen und -splittern aus. Selbst große Defekte ließen sich so spontan schließen.

Fehlten aber einem Defekte die osteogenetischen Kräfte, so mußte die freie Knochenverpflanzung vorgenommen werden. Die Technik dieses Verfahrens erreichte im Laufe der Kriegsjahre eine große Vollkommenheit.

Bei der Kieferchirurgie kommt man meistens, was die Größe des Transplantates anlangt, mit der günstigen Autoplastik aus. Die Transplantate werden am häufigsten aus der Tibia genommen. Lindemann nahm außerdem das Transplantat gern aus dem Beckenkamm, was auch Weber und Lazzarini empfohlen haben.

Rippenstücke sind auch vielfach zur Verwendung gekommen, besonders für den Kinnaufbau. Doch sind die Rippen als Transplantate nicht die günstigsten wegen der geringen Wucherungsfähigkeit des Periosts und ihrer großen Knochendichtigkeit, welch letztere Eigenschaft den lebenden Umbau erschwert. Da das Knochenmark des Rippentransplantates allseitig umschlossen ist, findet es schwer Anschluß an die Ernährung. Es ist deswegen vorgeschlagen worden, es zu spalten.

Lexer nimmt die Transplantate aus der Tibia, auch für den Kinnaufbau.

Ist eine Exartikulation des Kiefergelenks vorgenommen worden, so hat man gelegentlich Gelenkenden verpflanzt (Meta-

tarsus). Doch kommt man auch mit einem Rippenstück mit anhaftendem Knorpel gut aus.

Wenn auch die Autoplastik vorzuziehen ist, so können auch homoplastische Transplantate für die freie Knochenverpflanzung an den Kiefern verwendet werden, wenn es besondere Umstände erfordern.

Vor der Verpflanzung muß eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein, ohne die ein Erfolg nicht sicher ist.

Die Weichteile und die Kieferknochenstümpfe müssen in geeigneter Weise vorbehandelt werden. Zeigt die Haut des Operationsgebietes infolge der ursprünglichen Verletzung tiefergehende Narben, so sind diese zu entfernen. Um eine gute Durchblutung zu erreichen und um die narbigen Veränderungen der tieferen Schichten zu beseitigen, verwendet man hinterher Massage und Saugen (Klapp). Werden diese Maßnahmen nicht befolgt, so können nach der Durchtrennung der oberflächlichen Narben bei der Verpflanzung entzündliche Veränderungen im Unterhautgewebe frei gelegt werden, oder es kommt infolge schlechter Blutzirkulation in den Narbenpartien zu einer Gangrän, die das Schicksal des Transplantates sehr beeinflussen kann.

In den Fällen, wo ausgedehnte Lappenplastiken zum Ersatz der Weichteile erforderlich waren, muß lange gewartet werden, ehe man die Verpflanzung des Knochens vornimmt.

Durch Bestrahlung und Massage muß für gute Ernährung gesorgt werden. Ist die Wandung zu dünn, um das Transplantat aufzunehmen, was besonders in der Kinngegend der Fall sein kann, so muß erst eine Ueberpflanzung von Fettgewebe gemacht werden. Dadurch wird ein gutes Lager für den überpflanzten Knochen geschaffen, wenn auch das Fett teilweise durch Resorption verschwindet.

Entzündliche Prozesse im Lagergewebe müssen vor der Verpflanzung vollständig abgeklungen sein.

Die Fixierung der Kieferstümpfe muß möglichst vor der Operation erreicht sein; sind genügend Zähne vorhanden, ist die Fixierung durch eine intraorale Schiene zu bewerkstelligen. Hat man es aber mit zahnlosen Kieferfragmenten zu tun, so kommt man am besten mit der Nagelextension nach Codevilla-Steinmann aus.

Sind auf diese Weise alle Vorbedingungen erfüllt, dann wird die Operation in der Narkose meist aber unter Leitungs- bzw. Lokalanaesthesie ausgeführt. Ein Haupterfordernis ist dabei die strenge Durchführung der Asepsis.

Um bei Erwachsenen die Wucherungsfähigkeit des Transplantatperiostes zu steigern, versuchte Lexer die Knochenhaut vor der Verpflanzung in den Zustand zu versetzen, den sie in der Jugend durch den innersekretorischen Wachstumsreiz besaß, d. h. vor der Verpflanzung die Periostzellen des Transplantates zur Wucherung zu bringen, damit sie bei guter Ernährung sofort und überall zur Knochenneubildung fähig seien. Dies kann durch traumatische und chemische Reize geschehen. Erstere durch Beklopfung der Tibiafläche zwei Wochen vor der Entnahme; einige Tage darauf die Bestrahlung mit einer Röntgendosis. Von chemischen Reizen stehen mehrere zur Verfügung (z. B. durch Jod). Doch besteht die Gefahr der Nekrose bei ihrer Verwendung.

Diese Lexerschen Maßnahmen sollen gute Erfolge gezeitigt haben, doch die Erfahrung lehrt, daß man auch ohne sie auskommt.

Die Herausmeißelung des Transplantates muß mit größter Vorsicht und Schonung gemacht werden. Es muß so wenig wie möglich durch Instrumente bearbeitet und schnellstens verpflanzt werden. Axhausen hat empfohlen, Schnitte durch das Periost zu machen, damit die ernährende Gewebsflüssigkeit leichter herantreten kann. Die Knochenstümpfe müssen vor der Verpflanzung angefrischt werden und die Blutung im Lager vollständig gestillt sein.

Die Verbindung zwischen Transplantat und Defektstümpfen werden verschieden ausgeführt. Die Knochennaht wird so wenig wie möglich gemacht.

Lindemann, Klapp u. a. bohren Löcher in die Markräume der Kieferstümpfe, in welche die zugespitzten Enden des Transplantates eingeführt werden. Dadurch erreicht man eine gute Fixierung und die Resultate sind günstig.

Lexer löst das Periost von den Kieferstümpfen so daß Taschen gebildet werden. Die Enden des Transplantates werden durch Stufenbildung dünner gemacht und in die Periosttaschen gesteckt. Die Fixierung ist gut und die breiten Berührungsflächen, die zwischen Transplantat und Knöchenstümpfe entstehen, wirken günstig auf die Kallusbildung. Ist das Trans-

plantat eingefügt, so werden die Weichteile schichtweise vernäht. Nach der Operation muß der Patient überwacht werden, damit sich die Wundheilung in regulärer Weise vollziehen kann und keine Zwischenfälle eintreten, die die richtige Stellung des Transplantates gefährden könnten. Findet sich in den ersten Tagen nach der Verpflanzung etwas Sekret vor, kann man es durch Saugen beseitigen. Normalerweise schließt sich die Operationswunde nach 8 Tagen, worauf sich der knöcherne Umbau des Transplantates vollzieht.

Eine Zeitlang glaubte man, daß eine frühe funktionesse Beanspruchung günstig auf die Ossifikation wirke. Lindeman war auch Anfang des Krieges derselben Meinung. Nachher ist er der bestimmten Ansicht gekommen, daß eine möglichst lange Ruhe nach der Operation nötig sei, um einem Mißerfolge zu entgehen.

Durch eine zu frühe Bewegung reißen leicht die zarten Gefäße des Keimgewebes, Blutungen treten ein und die Ernährung des Transplantates wird gestört. Dadurch kann auch leicht Granulationsgewebe zwischen Transplantat und Knochenstumpf einwuchern, Resorption tritt ein, eine Pseudarthrose entsteht.

Lexer ist der Meinung, daß eine funktionelle Beanspruchung dann erst eintreten soll, wenn das Transplantat lebend umgebaut ist (röntgenologische Kontrolle). Dann wirkt der funktionelle Reiz begünstigend auf den Knochenaufbau des Defektes. Die neugebildete Knochensubstanz wird dadurch der verlorengegangenen nahezu gleichwertig.

Um eine Bewegung der Kiefer gleich nach der freien Knochenverpflanzung auszuschließen, müssen die beiden Kiefer gegeneinander durch Schienung und Ligatur fixiert werden.

Das Gelingen der freien Knochenverpflanzung ist im Bereiche der Kiefer mit besonderen Schwierigkeiten verbunden.

Erstens sind im Unterkiefer die Weichteile oft ziemlich begrenzt und bieten dem Transplantate schlechte Ernährungsmöglichkeiten, so in Fällen wo vorher Weichteilplastiken gemacht worden sind.

Zweitens ist eine Fixierung der Knochenfragmente an das Transplantat oft schwer zu erreichen, wodurch leicht Störungen der Heilung eintreten können.

Drittens ist die Infektionsgefahr durch die Nähe der Mundhöhle sehr groß.

Besonders das letzte Moment fordert bei Transplantationen im Bereiche der Kiefer zur größten Vorsicht auf.

Eine Infektion kann auf verschiedene Weise zustande kommen: zunächst durch ungenügende Asepsis bei der Operation, dann bei Verpflanzungen in einem Lager mit ruhender Infektion oder durch die Verletzung infizierter Lymphdrüsen. Weiter durch das Uebersehen oder Nichtbeachten entzündlicher Vorgänge im Lagergewebe (Abszesse). Endlich kann die Mundschleimhaut bei der Operation durchschnitten werden und vom Mund aus die Infektion verursacht werden.

Entzündliche Prozesse in der Mundhöhle können auch gelegentlich auf das Transplantat übergreifen. Die Nähe der Mundhöhle bedeutet für die freie Knochenverpflanzung im Bereiche der Kiefer die größte Gefahr.

Ist nach der Verpflanzung eine Infektion entstanden, so kann sie entweder mild oder schwer verlaufen.

Eine milde Infektion braucht erfahrungsgemäß nicht immer einen Mißerfolg der Verpflanzung zu bedeuten. Bei Eintreten der Eiterung soll deswegen nicht das Transplantat gleich entfernt werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß trotz einer geringen Eiterung mit Ausstoßung kleinerer Sequester eine lebende Einheilung des Knochentransplantates gut gelingen kann, daß sogar eine mäßige Eiterung als Reiz auf die knochenbildenden Elemente wirkt.

Axhausen hat das Verhalten der verschiedenen Knochentransplantate bei Infektionen am Tierkörper und am Menschen studiert und beschrieben. Tote und periostlose Knochentransplantate werden immer bei einer Infektion vom Eiter durchdrungen und umspült, um endlich ausgestoßen zu werden. Bei milden Infektionen verhält sich aber das periostgedeckte Knochentransplantat ganz anders. Es können Fisteln auftreten, die sich nach der Ausstoßung von kleineren Sequestern schließen, worauf sich die Einheilung des Transplantates vollzieht. Diese Sequestrierung ist zunächst eine auffällige Tatsache, da ja der Knochen des Transplantates der Nekrose verfällt und eine Sequestrierung allgemein als eine Demarkation eines nekrotischen Gewebsstückes vom lebenden angesehen wird.

Klapp meinte deswegen, daß der Transplantatknochen im Augenblick der Sequestrierung noch lebend sein müßte. Nach Axhausen spielen sich die Vorgänge aber so ab: Bei einer milden Infektion treten die Erreger langsam an das periostgedeckte Transplantat. Hier stoßen sie nicht auf den widerstandslosen toten Knochen, sondern auf proliferierendes Periost. Dieses können die Infektionserreger ebenso wenig zerstören wie unter normalen Verhältnissen ein langsam wachsender Weichteilabszeß. Der lebende Umbau des toten Knochens hat auch schon angefangen und ist dieser dadurch innig mit dem Mutterboden verbunden. Der schon lebend umgebaute Knochen kann später kaum zur Sequestrierung kommen. Wo aber der periostale Wucherungsprozeß durch Ernährungsstörungen beim Herantreten des Eiters noch nicht begonnen hat oder wo das Periost fehlt, dringt der Eiter in die Haversschen Kanäle des Knochens ein. Von dem schon lebend umgebauten Knochen aber wird ein gefäßreiches und daher zur raschen lakunären Resorption fähiges Bindegewebe dem Eiterherde entgegengeschickt. Dadurch wird der Eiterung in der Knochensubstanz eine Grenze gesetzt, worauf eine Sequestrierung erfolgt.

Durch seine Untersuchungen kam Axhausen zu der Ueberzeugung, daß ein Sequester nie das ganze durch die Entzündung entstandene nekrotische Gebiet repräsentiert, sondern nur einen Teil davon. Das übrige bleibt im Organismus und wird früh von dem erhaltenen ossifikationsfähigen Gewebe durchwachsen und so festgehalten.

Bei der schweren Infektion gelangen die Erreger schnell an das Transplantat heran. Es tritt eine starke Eiterung ein, die den Anschluß des Transplantates an die Ernährung unmöglich macht. Es wird von dem Eiter durchdrungen und umspült, worauf es in toto ausgestoßen wird.

Eine Infektion des Knochentransplantates von der Mundhöhle aus verläuft immer schwer und bedeutet einen sicheren Mißerfolg. Wenn man bei der Lagervorbereitung für eine Knochenverpflanzung durch Zufall die Mundschleimhaut durchschneidet, soll man lieber die Operation abbrechen und mit der Verpflanzung warten, bis die Perforation geheilt ist. Ebenso soll man bei der Entdeckung eines verborgenen Abszesses im Lager verfahren.

Ist eine milde Eiterung eingetreten, so muß man dafür sorgen, daß es zu keiner Eiteransammlung kommt, die die Ernährung des Transplantates stört. Ein Sauger ist gut geeignet für die Entfernung des Exsudates. Dazu ist die Bestrahlung durch die Sonne oder künstliche langwellige Strahlen (Hala-Thamm-Lampe) zu empfehlen, um eine gute Ernährung des Transplantates sowie das Wegschaffen der entzündlichen Abbauprodukte durch eine tiefgreifende Hyperämie zu erzielen.

Lindemann hatte von 282 freien Knochenverpflanzungen im Unterkiefer (Pseudarthrosen, Schußverletzungen) 30 Fälle, d. h. 10,6 %, die eiterten. 18mal hat die Eiterung mehr oder weniger lange Zeit (bis zu 7 Monaten) angehalten und endlich zur teilweisen oder vollkommenen Ausstoßung des Transplantates geführt. 7 weitere Fälle eiterten noch zurzeit der Veröffentlichung (1917), während es in den übrigen 5 Fällen zuletzt doch unter Aufhören der Eiterung zur völligen Einheilung des Knochens gekommen ist. Nur 4mal war bei Eiterung eine völlige Ueberbrückung der Defekte entstanden.

Trotz dieses geringen Prozentsatzes von völliger Heilung bei Eiterungen besteht auch Lindemann auf die Ueberlassung des Transplantates im Lager bei milden Infektionen. Die Ursache der Eiterung konnte Lindemann in 7 Fällen nicht feststellen. 5mal ist es gleich am 1. Tage nach der Operation zur Eiterung gekommen, 2mal erst nach 8 bzw. 13 Tagen. Eine Möglichkeit für Asepsisfehler bestand, aber ebenso leicht könnte die Infektion sich aus Keimen aus der Verletzung herleiten oder von kleinen makroskopisch nicht sichtbaren Entzündungsherden (Teilchen aus dem Geschoß).

Bei Pseudarthrosen und Defekten, entstanden durch Trauma, kann man am Kiefer von außen die freie Knochenverpflanzung ausführen, ohne in Berührung mit der Mundhöhle zu geraten. Dies ist bei Tumorresektionen nicht möglich. Hier ist die Eröffnung der Mundhöhle nicht zu vermeiden. Infolgedessen stellt sich stets eine schwere Infektion beim Versuch der freien Knochenverpflanzung ein, worauf das verpflanzte Knochenstück immer total ausgestoßen wird.

Daher ist die freie Knochenverpflanzung nach Tumorresektionen am Kiefer allgemein aufgegeben worden. Stattdessen

machte man die halbseitige Exartikulation und verwandte Kieferprothesen. Diese konnte aber weder eine Entstellung des Unterkiefers ganz verhindern noch voll funktionell befriedigen. Der Patient empfindet sie auch als Fremdkörper, wozu beiträgt, daß sie unter Umständen erneuert werden muß.

Bei der Kontinuitätsresektion erhält man das Kiefergelenk, und durch eine freie Knochenverpflanzung kann man die entstandene Knochenlücke schließen, wodurch man eine restitutio ad integrum erreicht.

Um die Gefahr der schweren Infektion bei der freien Knochenverpflanzung nach Tumorresektion am Kiefer zu vermeiden, hat Axhausen einen Ausweg gefunden.

Die freie Knochenverpflanzung wird vor der Resektion des Tumors gemacht, indem das Transplantat von außen über den Tumor hinaus eingepflanzt und zur Einheilung gebracht wird. Nachdem das Transplantat mit dem Lagergewebe verbunden ist und die Widerstandsfähigkeit des lebenden Gewebes gegen Infektion ererieht, folgt nach 6 Wochen die 2. Operation, die Resektion des Tumors und die Einfügung des Transplantates in den Defekt.

Zur Illustration des Axhausenschen Verfahrens mögen folgende zwei Krankengeschichten dienen:

1. Fall (aus der Praxis von Prof. Axhausen).

Anamnese: Grete W., 16 J. alt, bemerkte seit etwa 5 Monaten eine Schwellung in der Gegend des rechten Unterkiefers, die ohne wesentliche Schmerzen langsam zunahm. Der behandelnde Zahnarzt stellte eine Unterkieferzyste fest und nahm einen operativen Eingriff vor. Da trotz dieses Eingriffes im Laufe der nächsten Wochen die tastbare Kiefergeschwulst sich langsam, aber dauernd vergrößerte, überwies der Zahnarzt die Patientin in die Zahnärztliche Klinik Berlin, von wo sie zwecks operativer Behandlung am 6. 7. 26 an Herrn Professor Axhausen überwiesen wurde.

Status: Pat. ist ein gesund aussehendes, gut genährtes Mädchen. In der Gegend zwischen dem rechten Kieferwinkel und der Mittellinie ist der Kieferknochen knollig aufgetrieben. Im Bereiche der Geschwulst sind Zähne nicht vorhanden. Die Geschwulst ist knochenhart, die Wand jedoch nicht eindrückbar. Nur im Bereich der vorderen Zahnfleischbekleidung ist die Geschwulst prall elastischer Konsistenz. Die Grenzen nach dem gesunden Kieferknochen zu, erscheinen scharf. Druckempfindlichkeit besteht nicht. Die deckenden Weichteile sind ohne jede entzündliche Erscheinung.

12. 7. 26: Das Röntgenbild (Abb. 1) zeigt entsprechend dem Tumor eine scharf umschriebene Aufhellung im horizontalen Unterkieferabschnitt. Die Wurzelspitzen des Eckzahnes sowie die des seitlichen Schneidezahnes sind in den Bezirk der Aufhellung mit einbezogen. Zwei gut ausgebildete Zähne liegen im Bezirk der Aufhellung der unteren Wand an. Es scheinen zwei Backenzähne zu sein, die nicht zum Durchbruch gekommen sind. Der Weisheitszahn, der noch nicht durchbrochen ist, ist im Röntgenbild deutlich zu erkennen. Die Knochensubstanz ist im Bereich der Geschwulst stark geschwunden, im Tumor selbst ist Knochen nicht vorhanden.

Durch Funktion gelingt es nicht, irgendwelchen Inhalt aus der Geschwulst herauszubefördern. Nach dem Röntgenbild und nach dem klinischen Verlauf (Weiterwachsen nach Cystenoperation) wird die Diagnose auf ein zystisches Adamantinom gestellt. Da die Geschwulst scharf umschrieben ist und sich auf den horizontalen Kieferabschnitt beschränkt, erscheint die Vornahme einer Kontinuitätsresektion ratsam. Die halbseitige Exartikulation erscheint als ein so großer und verstümmelnder Eingriff, andererseits erscheint die radikale Entfernung der Geschwulst dringend notwendig. Zur Deckung des Defektes nach der Kontinuitätsresektion soll die freie Knochenverpflanzung verwandt werden.

13. 7. 26: 1. Operation in Aethertropfnarkose:

Entnahme eines etwa 10 cm langen kräftigen Knochenspans von der vorderen Tibiakante. Die Abtragungsfläche reicht in das Knochenmark hinein. Das Periost wird sorgfältig erhalten und vielfach eingeschnitten. Von einer kleinen Oeffnung hinter dem rechten Unterkieferwinkel wird das Knochenstück subkutan der Unterkiefergeschwulst dicht aufgelagert, so daß die vordere Spitze bis nahe an die Mittellinie reicht. Da der Span der

Krümmung entbehrt, drängen die Spitzen etwas gegen die Decken der Haut an. Nahtverschluß der Wunde..

30. 7. 26: Das Röntgenbild (Abb. 2) zeigt die Lage des Spans im Bereiche der Geschwulstbildung.

12. 8. 26: 2. Operation in Intubationsnarkose.

Freilegung der Unterkiefergeschwulst durch einen nach unten konvexen Lappenschicht, der von der Kinngegend bis hinter dem Unterkieferwinkel reicht. Mit dem Lappen wird das Transplantat samt umhüllendem Gewebe in die Höhe gehoben. Sorgfältige Freilegung der Geschwulst und des benachbarten gesund erscheinenden Unterkieferknochens. Durchtrennung der Unterkieferknochens zu beiden Seiten der Geschwulst. Hierbei wird der noch nicht durchgebrochene letzte Molar und der Geschwulst anliegende Eckzahn und seitliche Schneidezahn mitentfernt. Die Durchsägungsfläche liegt im gesunden Knochen. Entfernung der Geschwulst. Unter Zurückklappen des Lappens Einführung des Transplantates, dessen Enden hierzu freigemacht werden müssen, in den Defekt. Hinten Ueberlagerung der Knochenstücke und Fixation der Drahtnaht. Vorne reicht das Transplantat nicht vollständig aus, um die Ueberbrückung unter Erhaltung der natürlichen Stellung des Kiefers zu ermöglichen. Es muß daher die linke Unterkieferhälfte ein wenig nach rechts verlagert werden, bis die Enden dieser Hälfte und des Transplantatendes sich berühren. Fixation durch Silberdrahtnaht. Vollständiger Nahtverschluß.

17. 8. 26: In den nächsten Tagen aufsteigende Temperatur. Infektion im Wundgebiet. Eröffnung der Wunde am hinteren Ende: Entleerung stinkendem Eiter. Einführung eines Drains.

20. 8. 26: Rasches Abklingeen der Entzündungserscheinungen und des Fiebers. Während des weiteren Heilverlaufes öffnet sich auch das vordere Ende der Wunde, die im übrigen gut heilt.

Wunde heilt bis auf die kleinen Oeffnungen hinten und vorm. Der Knochenspan ist in der gegebenen Lage erhalten geblieben und sitzt ziemlich fest. Das Röntgenbild (Abb. 3) zeigt die Lage des mit Silberdrahtnähten fixierten Transplantates im Defekte.

25. 9. 26: 3. Operation.

Erweiterung der beiden Restöffnungen in Lokalanästhesie. Die Entfernung der Silberdrahtnaht hinten und eines daneben liegenden kleinen Sequesters, der sich vom Transplantat abgestoßen hat. Vorn Entfernung der Silberdrahtnaht. Glatte Heilung der Operationswunden. Bei der Entlassung sind die Wunden geheilt, das überpflanzte Knochenstück ist fest knöchern in den Defekt eingeheilt. Der Mund kann bis zur gewöhnlichen Weite geöffnet werden. Die Nahrungsaufnahme ist trotz der leichten Verschiebung der linken Unterkieferhälfte ungestört. Beschwerden bestehen nicht.

6. 10. 26: Das Röntgenbild (Abb. 4) zeigt den gut eingeheilten Knochenspan. Eine Beseitigung der Verlagerung der linken Unterkieferhälfte ist für später in Aussicht genommen.

Der Knabe Hermann W. bekam im November 1925 eine Anschwellung des rechten Unterkiefers ohne Rötung und Schmerzen. Die Schwellung nahm langsam zu. Der Zahnarzt verordnete Wärmebeutel, darauf keine wesentliche Aenderung, nur vorübergehende Besserung. Dann aber wieder Zunahme der Schwellung. Im April 1926 zog ein anderer Zahnarzt einen Backenzahn rechts unten, weil auch leichte Schmerzen eingetreten waren. Gleichzeitig machte er einen Einschnitt in das Zahnfleisch. Die Wunde wurde zugenäht, ging aber später wieder auf und der nackte Knochen lag zutage. Keine auffällige Eiterung. Im Laufe der nächsten Wochen und Monate entleerten sich einzelne Knochensplitter. Im Juli 1926 Ueberweisung in die zahnärztliche Klinik. Es wurden wiederum kleine Knochensplitter entfernt und mit Hala-Thamlampe behandelt. Der nackte Knochen blieb unverändert liegen. Keine Eiterung. Die Schwellung am Kiefer nahm weiter zu. In der zahnärztlichen Klinik wurde eine Probeexzision gemacht, die aber nur entzündliches Gewebe ergab.

Befund: Etwas blaß aussehender Junge in leidlichem Ernährungszustand. Etwa hühnereigroße knochenharte Geschwulst des rechten Unterkiefers. Am horizontalen Ast. Sie beginnt hinten zwei Finger breit vor dem Kieferwinkel und reicht nach vorn bis zur Gegend des rechten Eckzahnes. Die Konsistenz ist knochenhart, die Oberfläche ziemlich glatt. Es besteht keine Eindrückbarkeit und keine Druckempfindlichkeit. Die noch vorhandenen Zähne sind etwas nach innen verlagert, es fehlen der rechte Eckzahn, die Praemolaren und ein Molarzahn

Röntgenbefund: (Abb. 5): Im Bereiche der Geschwulst sieht man einige kreisförmige Aufhellungslinien, die stark Schatten gebende sequestierende Knochenstücke umgeben. Nach dem Kieferwinkel zu sieht man die Anlage des Weisheitszahnes. In der Mitte, nahe dem unteren Kieferrande und nach vorne zu sind zwei verlagerte Zähne erkennbar.

1. Operation: Wegen der Möglichkeit eines Kiefertumors wird, um im Falle einer großen Kontinuitätsresektion gleich ein Knochenstück in den Defekt einlegen zu können, zuerst ein etwa 10 cm langes und 2 cm breites periostgedecktes Knochenstück von der rechten Tibiakante entnommen und von einer kleinen Hautöffnung am rechten Kieferwinkel aus nach subkutaner Tumulierung auf den horizontalen Tumor enthaltenden Unterkieferast aufgelegt. Glatte Einheilung.

2. Operation: 5. 2. 27: Nach unten konvexer Bogenschnitt vom rechten Kieferwinkel zur Kinngegend, Freilegung des Knochentumors. Nach Aufmeißelung der dünnen knöchernen Vorderwand tritt sofort gelber, offenkundig nekrotischer kompakter Knochen zutage. Von einem Demarkationsgraben von Eiter oder Granulation ist nichts wahrzunehmen. Der tote Knochen liegt in der umhüllenden Knochenschale wie der Guß in der Form. Durch weitere Fortnahme der vorderen Knochenwand wird der tote Knochenabschnitt in ganzer Ausdehnung freigelegt. Es besteht aus vier festzusammenliegenden großen Knochenstücken, die zusammen die ganze Knochenmasse des Unterkiefers an dieser Stelle ausmachen (Totalnekrose

des Unterkiefers). Das Ueberraschende ist, daß nirgends etwas von Eiter wahrzunehmen ist. Die Knochenstücke sind nicht nur unter sich fest zusammengefügt, sondern sie liegen auch der Knochenhülle fest an und müssen von ihr mit dem Elevatorium unter einiger Gewaltanwendung abgelöst werden. Sie lösen sich aus der Hülle wie der Guß aus der Form. Nur an einigen Stellen sind vereinzelte winzige Granulationsknöpfchen sichtbar. Das obere der Knochenstücke ragt mit der Oberfläche in die Mundhöhle, so daß diese nach Lösung des Stückes offen ist. Die Oeffnung wird mit einigen Nähten durch die Schleimhaut geschlossen. Nach Entfernung der Knochenstücke bleibt eine mehrbuchtige dünne Knochenschale zurück, die der Hinterwand des Tumors entspricht. Zur Verstärkung des Knochenbestandes und zur Ausfüllung der Buchten wird das vorher eingepflanzte Knochenstück in mehrere Teile zerlegt, und es werden die einzelnen Teile in die Buchten eingefügt. Vollständiger Nahtverschluß bis auf den Drain im hinteren Winkel. Glatter Heilverlauf.

11. 6. 27: Befund: Beim Anblick von vorn ist keine nennenswerte Schwellung mehr wahrnehmbar. Vom Kieferwinkel zum Kinn verläuft eine bogenförmige, etwas keloide auf der Unterlage bewegliche Narbe. Bei der Betastung läßt sich eine Abweichung von der Norm von außen nicht feststellen. Der Mund kann weit geöffnet werden. Es fehlen die rechten Schneidezähne, der rechte Eckzahn. Vorhanden ist nur noch der 2. Molarzahn, dazwischen ist eine scharfe Knochenkante deutlich fühlbar, die überall von normaler Schleimhaut bedeckt ist. Beschwerden sind nicht mehr vorhanden.

27. 6. 27: Das Röntgenbild zeigt den gut heilenden Kieferknochen. (Abb. 6.)

Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

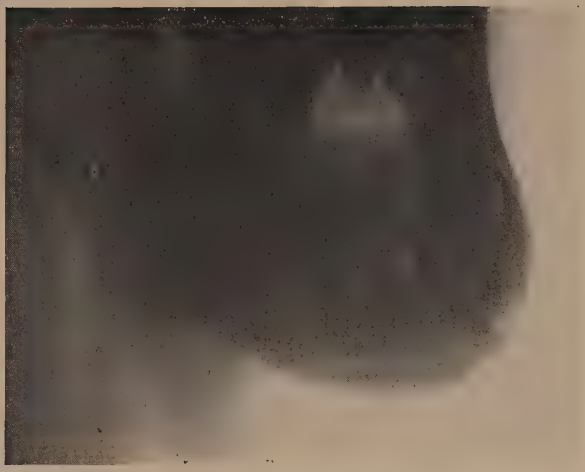

Abb. 5.

Abb. 6.

Der zweite Fall ist besonders bemerkenswert, da der Kiefer an einer nicht-eitrigen Osteomyelitis erkrankt war. Während im ersten Fall das verpflanzte Knochenstück dazu diente, die nach der Tumorresektion entstandene Kontinuitätsunterbrechung des Kiefers zu schließen, wurde im zweiten Fall das Knochentransplantat zum Ausfüllen der Mulden nach der Entfernung der nekrotischen Kieferknochenteile angewandt. Hier war sicherlich ein infiziertes Lager vorhanden und der glatte Heilverlauf nach der 2. Operation ist ein Beweis für die Widerstandsfähigkeit des nach dem Verfahren Axhausens frei verpflanzten Knochenstückes.

Das Axhausensche Verfahren hat die Möglichkeiten der freien Knochenverpflanzung im Bereich der Kieferchirurgie erweitert und die Erfolge, die es gezeitigt hat, erlauben uns eine weitere Verwendung der Methode von Axhausen anzuregen.

Nach Abschluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Axhausen für die freundliche Ueberlassung des Themas sowie der Fälle meinen herzlichste Dank aussprechen.

Literatur-Verzeichnis.

Albee: An exp. study of bone grafts etc. Pacif. med. journ. 1913, Bd. 66.

— An exp. study of bone growth. Journ. of the amerc. med. assoc. 1913 u. 1914.

— Original surgical uses of bone graft. Surg. Gyn. and Obst. 1914, Bd. 18.

— Bone graft surgery. 1917.

— Les lois fondamentales de la greffe osseuse dans le traitement de pseudarthrosis. Presse méd. 1920.

— Certain fundamental lows underlying the surgical use of the bone graft. Annals of surg. 1921. Bd. 74.

Axhausen: Histologische Untersuchungen über Knochentransplantationen am Menschen. Dtsch. Ztschr. f. Chir., 1907, Bd. 91.

— Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik. Habilitationsschr., Berlin 1908.

— Die pathologisch-anatomischen Grundlagen der Lehre von der freien Knochentransplantation beim Menschen und beim Tier. Med. Klinik 1908, Beilage 2.

— Ueber den Vorgang partieller Sequestrierung transplantierten Knochengewebes. Arch. f. klin. Chir., 1909, Bd. 89.

— Technik und Erfolge der freien Transplantation. Med. Klinik 1911.

— Arbeiten aus dem Gebiete der Knochenpathologie und Knochenchirurgie. Arch. f. klin. Chir., 1911, Bd. 94.

— Die Periosteinschnitte bei der freien Knochenverpflanzung. Ztbl. f. Chir., 1919.

— Ueber den histologischen Vorgang bei der Transplantation von Gelenkenden. Arch. f. klin. Chir., 1912, Bd. 99.

Bancroft: The use of small bone transplante in briding a bone defect. Studies from the Laboratories of the Departement of Surg. Columbia-Univ. of New York 1918, Bd. 3.

Barth: Ueber histologische Befunde nach Knochenimplantationen. Chirurg. Kongr.-Verhandl. 1893. II.

— Ueber Osteoplastik in histologischer Beziehung. Arch. f. Chir. 1894, Bd. 48.

— Zur Frage der Vitalität replantierter Knochenstücke. Berl. klin. Woch., 1894, Nr. 14.

Barth: Histologische Untersuchungen über Knochenimplantationen. Beitr. z. path. Anat. 1895, Bd. 17.

— Ueber künstliche Erzeugung von Knochengewebe und über die Ziele der Osteoplastik. Berl. klin. Woch. 1896, Nr. 1.

— Nochmals zur Frage replantierter Knochenstücke. Arch. f. klin. Chir., 1897, Bd. 54.

— Ueber Osteoplastik. Arch. f. klin. Chir., 1908, Bd. 86.

Bàron: Ueber die Bedeutung der Spongiosa bei der Knochentransplantation. Ztrbl. f. Chir., 1926, Nr. 37.

Baschkirzew u. Petrow: Beiträge zur freien Knochenüberpflanzung. Dtsch. med. Woch., 1912, Nr. 43.

Berger u. Schwab: Knochen- und Gelenktransplantation. Dtsch. med. Woch. 1912, Nr. 43.

Bergemann: Wie lange nach dem Tode oder nach der Amputation bleibt der Knochen bezüglich seiner Keimfreiheit transplantationsfähig? Arch. f. klin. Chir., 1909, Bd. 90.

Bertini: La vascolarizzazione negli innesti ossei autoplastici. Arch. ital. di Chir., 1926, Bd. 16.

Bier: Einiges über osteoplastische Amputationsstümpfe. Arch. f. klin. Chir., 1919, Bd. 112.

— Beobachtungen über Regeneration beim Menschen. Regeneration von Knochen. Dtsch. med. Woch ., 1918. Nr. 16.

Bogoraz: Ein neues Prinzip für die autoplastische Knochentransplantation. Medicinskaja mysl, 1924, Nr. 5/7.

Borelius: Beitrag zur Osteoplastik. v. Bruns'
Beitr. 1914, Bd. 88.

Borst: Histologische Untersuchungen über die Heilung von Trepanationswunden am Kaninchenschädel. Sitzungsber. d.. phys. med. Ges. Würzburg 1908.

v. Braman: Knochentransplantation am Menschen. Chir.-Kongr.-Verhandl. 1894, I.

Brooks, Borney and Studson: Studies in bone transplantations. Arch. of surg. 1920, I.

Bruns: Ueber das Wesen und die Behandlung der Pseudarthrosen; Regeneration und Transplantation von Knochen. Rascher & Co., Zürich 1919.

Brüning: Frei Knochenüberpflanzung bei Pseudarthrosen und Knochendefekten. Beitr. z. klin. Chir. 1919, Bd. 116.

Cavina: Trapianti ossei per pseudartrosis e perditi di sostanza della mandibola. Chir. d. org. di movim. 1921, Bd. 5.

Chiari: Ueber Knochenmarktransplantation. Münch. med. Woch., 1912, Nr. 26.

Christophe: Recherches sur les greffes osseuses. Presse méd. 1921, Nr. 29.

Codovilla: Sul tropianto osseo libro. Revista de la sociedad mèdica argentina 1910.

David: Ueber die histologischen Vorgänge nach der Implantation von Elfenbein und totem Knochen. Arch. f. klin. Chir., 1898. Bd. 57.

Dawison and Smith: Autoplastic repair of recont fractures. Surg., Gyn. and Obst. 1915.

Eden: Die chirurgische Behandlung der Unterkieferdefekte und Pseudarthrosen. Samml. klin. Vortr., 1919, Chirurnie Nr. 220.

Ely: Bone growth in transplanted bone. An exp. study. Arch. of. surg. 1924, Bd. 9, Nr. 1.

Enderlen und M. B. Schmidt: Ueber Transplantation von Leichenknochen. Verhandl. d. Dtsch. pathol. Ges., 17. Tagg., 1914.

v. Ertl: Die Chirurgie des Gesichts und Kieferdefekts. Urban u. Schwarzenberg 1918.

Mac. Ewen: Observations touchant la transpl. osseuses Revue de chir. 1882.

— The growth of bone. Glasgow 1912.

Forrester-Brown: Study of some Methods of bone grafting. Brit. journ. of. surg. 1921, 9.

Frangenheim: Dauererfolge der Osteoplastik im Tierversuch. Arch. f. klin. Chir., 1910, Bd. 93.

Garrè: Unterkieferdefektersatz. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Bonn, Juli 1907.

Göbel: Zum osteoplastischen Ersatz von angeborenen und erworbenen Unterkieferdefekten. Dtsch. Ztschr. f. Chir., 1913, Bd. 123.

Haas: Funktion in Relation to transpl. of bone. Arch. of surg. 1921, Bd. 3.

Henderson: Autogenaus bone transplantation. Journ. of the americ. assoc. 1921, Bd. 77.

Hoffmann: Die autoplastische Knochentransplantation vom Standpunkt der Biologie und Architektonik. Arch. f. klin. Chir. 1925, Bd. 135. H. 1/2.

Imbert: La greffe osseuse. Recherches exper. journ. de chir. Bd. 27, Nr. 6, 1926.

Klapp: Gesichts- und Kieferschüsse. Handbuch der ärztl. Erfahrungen im Weltkriege. 1922. Bd. 1.

Klapp u. Schröder: Die Unterkieferschußbrüche. Berlin 1917.

Küttner: Die Transplantation aus dem Affen und ihre Duererfolge. Münch. med. Woch. 1917.

Leriche et Policard: La greffe osseuse. Presse méd. 1920.

Lexer: Die Verwendung der freien Knochenplastik. Chir. Kongr. Verhandl. 1908, II.

— Ueber freie Transplantationen. Chir. Kongr. Verhandl. 1911, II. Ebenda 1913, I. Internat. Chir.-Kongr. New York 1914.

— Gesichtsplastik, Kieferverletzungen. Kriegschirurgentagung Berlin 1916. v. Bruns' Beitr. 1916, Bd. 10.

— Ersatz von Unterkieferschußdefekten und Kinnaufbau. Med. Gesellsch. zu Jena. Dtsch. med. Woch., 1917, Nr. 32.

Lexer: Enderfolge der freien Knochentransplantation. Med. Gesellsch. zu Jena. Mai 1919. Korrespondenzbl. d. allg. ärztl. Vereins von Thüringen 1919, 8/9.

— Wiederherstellungschirurgie. Leipzig 1920. Barth.

— Ueber die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantation. Arch. f. klin. Chir., 1922, Bd. 119.

— Uebeer das normale und pathologische Ergehen der Knochentransplantate. Acta scandinavica, 1913.

— Die freien Transplantationen. Neue Deutsche Chirurgie, 26. Bd., b. Enke, Stuttgart.

— Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. Stuttgart, Enke.

Lazzarini: Sul trapianto, libero di ossa viventi. Arch. ital. di chir. 1925, Bd. 11, H. 2.

Lindemann: Ueber die Beseitigung der traumatischen Defekte der Gesichtsknochen. Bruhns Ergebnisse, Wiesbaden 1916.

— Die Anwendung der Extension in der Kieferchirurgie. Ebenda, 1917 H. 7 u. 8.
H. 7 u. 8.

— Neue Erfahrungen über die freie Knochentransplantation. Ebenda, 1917, H. 7. u. 8.

— Die Deckung der Weichteil- und Knochendefekte des Gesichts bei Kieferschußverletzungen mit besonderer Berücksichtigung des Wiederaufbaues der Nase und ihrer Umgebung. Ebenda, 1917, H. 9 u. 10.

— Anatomische und klinische Studien zu der freien Knochenverpflanzung. Zentralbl. f. Chirurg.. Jg. 48, Nr. 33.

Lindemann u. Kühl: Die Folgen einer spät einsetzenden Behandlung der Kieferschädigungen und ihre Beseitigung. Eruhns Ergebnisse, Wiesbaden, 1917, H. 9. u. 10.

Marchand: Zur Kenntnis der Knochentransplantation. Verhandlg. d. pathol. Gesellsch., 1899.

Nageotte: Reflexions sur quelques causes d'erreur dans l'examen histologique des greffes osseuses etc. Compt. rend. des seances de la soc. de biol. 1921, Bd. 84.

Ollier: De l'ostéogénèse. Chir. Verhandl. d.. 10. internat. med. Kongr. Berlin 1891.

— Traité expérim. et clin. de la régéneration des os etc. Paris 1867.

— Recherches expérim. sur les greffes osseuses. Journ. de physiol. Paris 1860. Bd. 3.

— De la greffe osseuse chez l'homme. Arch. de physiol. et path. 1889.

Partsch: Wiederherstellung des Kieferbogens durch Autoplastik. Zentralblatt f. Chir., Jg. 49, Nr. 27.

Petrow: Zur Frage nach der Quelle der Regeneration bei Knochenüberpflanzungen. Arch. f. klin. Chir. 1914, Bd. 105.

Pichler: Ist bei Unterkieferdefekten durch Schußverletzung die Entfernung eines atrophischen Gelenkfortsatzes zum Zweck des Ersatzes durch ein Transplantat angezeigt? Wien. klin. Woch. 1917.

Regard: Des greffes osseuses. Paris 1920.
Rohde: Beitrag zur Frage der Metaplasie des Bindegewebes im Knochen. Arch. f. klin. Chir. 1923.
Seifert: Periost und Endost bei der Knochenneubildung. Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. 1919, Bd. 17.
Sykoff: Zur Frage der Knochenplastik am Unterkiefer. Zentralbl. f. Chir. 1900.
Schmieden: Ersatz von Unterkieferdefekten. Chir. Kongr.-Verhandl. 1913, 1.
Stieda: Klinisches und Histologisches zur freien Knochentransplantation. Chir. Kongr.-Verhandl. 1911, 1.
Tilmann: Ueber Knochentransplantationem nach Unterkieferresektion. Chir. Kongr.-Verhandl. 1911, 1.
Troell: Ueber autoplastische und alloplastische Transplantationen von Knochengewebe. (Experimentelle Untersuchung.) Hygiene 1923, Bd. 85, H. 3.
Weber: Ueber die Prinzipien der freien Knochentransplantation. Jurnal dlja ussowerschenstwowanja Wratschei Jg. 1, Nr. 2. 1924.
Mc. Williams: General principles to be observed in bone transplantations. Med. record. 1916, Bd. 90, H. 12.
— The values of the various methods of bone graftings judged by 1390 reported cases. Ann. of surg. 1921. Bd. 74.
Willich: Die Bedeutung des Knochenmarkes für die Regeneration bei der freien Knochentransplantation im Tierexperiment. Bruns' Beitr. z. klin. Chir., Bd. 136, H. 1. 1926.
Wjereszinski: Ueber den Einfluß des umgebenden Mediums auf das Schicksal eines Knochentransplantats. Verhandl. d. russ. chir. Pirogoff-Ges., Leningrad 1924.
— Vergleichende Untersuchungen über Explantation und Transplantation von Knochen, Periost, Endost. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 251, 1924.

Lebenslauf.

Am 22. 7. 1895 wurde ich als Sohn des Arztes O. J. K. Helliesen und seiner Ehefrau Martha geb. Horgen zu Gran/Norwegen geboren. — Ich absolvierte die „Oeffentliche Höhere Schule" zu Stavanger, wo ich 1913 das Abiturienten-Examen bestand; studierte von da ab an der Technischen Hochschule zu Trondhjem wo ich mein Ingenieur-Examen im Juni 1917 ablegte. Von Sept. 1917 bis Juni 1918 unterzog ich mich der Militärdienstpflicht. — Ich war 2 Jahre als Ingenieur in Norwegen tätig und darauf 1 Jahr in Amerika. — Vom Nov. 1921 ab studierte ich 8 Semester Zahnheilkunde an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin und machte am 28. Juli 1926 mein Staatsexamen; darauf das zahnärztliche Staatsexamen für Norwegen und zwar am 19. Sept. 1926 in Oslo. — Seit November 1926 bin ich als prakt. Zahnarzt in Stavanger tätig. —